

# 太陽の電波観測

初等教育教員養成課程理科選修  
金光研究室 230410 草津 諒成

## 1, はじめに

私たちは、太陽からやってくる光を感じることで、太陽の存在を確認することができる。光(可視光)は、電磁波の一種であり、波長域 360~830nm のことをいう。つまり、太陽も電磁波を出しているといえる。また、電波は電磁波の一種であり、 $10^4\text{m}$  よりも長い波長のことを電波と呼ぶ。私たちの日常生活の中でも科学技術の発展と共にテレビや電子レンジ、携帯電話などの電波を利用した機器が出現し、電波に囲まれた生活をしている。さらに近年においては、宇宙から来る電波を観測・分析することで宇宙の現象を明らかにするという電波天文学が盛んに行われている。南米チリには直径 12m のパラボラアンテナ 66 台を組み合わせた世界最大級の電波望遠鏡がある。日本にも、直径 45m の電波望遠鏡や直径 80cm のアンテナ 84 台を配置した太陽観測専用の電波望遠鏡がある。しかし、この様な電波望遠鏡の建設には多くの費用と広大な土地が必要になる。

比嘉(2012)により、多くの費用がかかる電波観測を身近にあるBSアンテナを用いて、太陽の電波をある程度、観測することができることがわかった。本研究では、比嘉(2012)の研究を引き継ぎ、1日を通し太陽電波をBSパラボラアンテナを使い観測することで、太陽電波の強度がどのように変化するかを検証することを目的とし、観測を行った。

## 2, 太陽の電波

太陽からの電波放射は、大きく分けて(1)太陽前面から定常的に放射されている成分(静かな太陽の成分)、(2)黒点などの活動的な領域から放射され、その成長、消滅に対応してゆるやかに増減する成分(S成分)、(3)フレア現象と関連して数秒から数10分で急激に増減する成分(バースト成分)から成り立っている。今回の観測では衛星放送の周波数 12GHz でも観測できる静かな太陽の成分とS成分を合わせた電波を観測した。

## 3, 観測に必要な器具

BSアンテナによる電波望遠鏡は以下の構成によって行う。

### ① BSパラボラアンテナ 直径 45cm (ベスト電器)

太陽からの電波を反射鏡で反射させ、放射器より太陽からの電波を取り込む。パラボラアンテナの種類には放射器がパラボラの反射鏡の中心についているセンターフィード型と、反射鏡の中心から外れているオフセット型のふたつのタイプがある。今回の実験ではオフセット型を使用。

### ② ブースター マイクロ波増幅ユニット RED-1500

とらえた電波を増幅し、電力に比例した電圧信号を得るために使用。



③ テスタ PC20 (三和電気計器株式会社)

小容量電路の測定用に設計された携帯用デジタルマルチメーター。今回の観測ではブースターで変換した電圧信号を測定するのに使用。

④ 記録用PCソフト PCLink7 (三和電気計器株式会社)

PCLink7 をノートパソコンにインストールし、テスタからの電圧の値を Excel に記録した。

#### 4. 観測の手順

①BSパラボラアンテナを赤道儀に固定し、ブースター、テスタ、記録用PCを接続する。アンテナと赤道儀は針金等で固定した。

今回、赤緯軸のモニターが壊れて動かなかったため、赤経軸(天の東西に沿って動く)はモーターで動かし、赤緯軸(天の南北に沿って動く)は手動で駆動した。

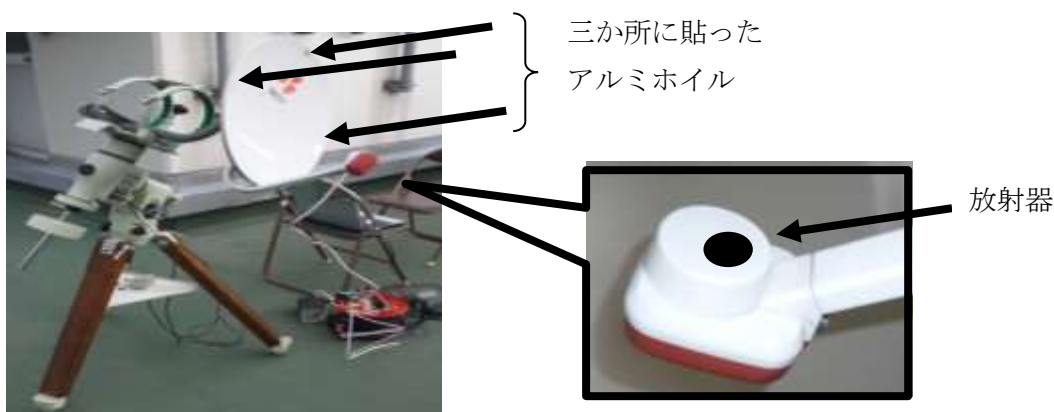


②赤道儀の極軸を北に向けて固定し、BSパラボラアンテナを太陽の方向に向ける。

ここでパラボラアンテナをおおよその太陽の方向に向けるが、オフセット型パラボラアンテナでは、電波を取り込む部分(放射器)が反射鏡の中心から外れているため、目視で反射鏡を太陽の方角に向けても、実際には多少ずれが生じている。このずれを考慮してアンテナの向きを調整するために次の操作を行う。

③アンテナ面に三か所貼ったアルミホイルから反射した太陽光が放射器に集まるようにする。

パラボラ面に光を反射する小さなアルミホイル片を左右と上の三か所に貼り、その反射光がコンバータに集まるようにする。晴れた日の観測ではこの方法を用いると簡単に太陽光を集めることができる。目視で太陽にパラボラ面を向けたときには、放射器は背景ノイズを捉えてしまいテスタの値は0.2~0.3V程度の値になり、太陽電波をとらえることができなかった。しかし、この方法を用いることでテスタの値は0.7~0.8V程度になり、太陽の電波をとらえることができた。

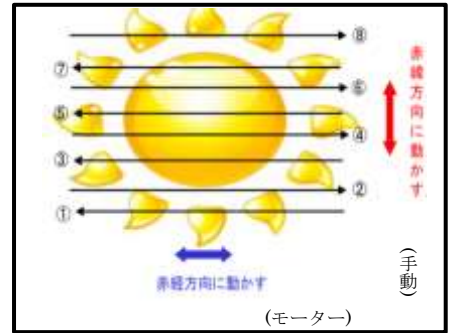
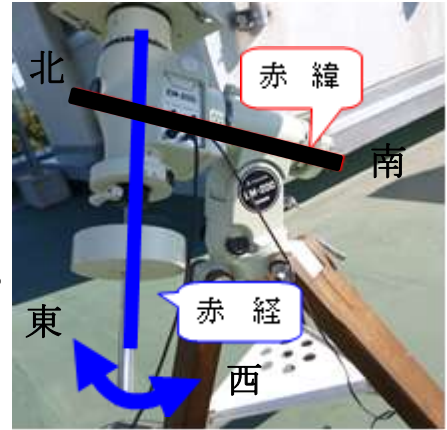


④ 赤緯方向(南北方向)を固定し、赤経方向(東西方向)のモーターのみを動かし、電圧をPCに記録する。

⑤ ④の操作を赤緯(南北方向)を1度ずつずらしておこなう。赤道儀の赤緯方向のモーターが壊れていたため、今回は目盛りを見ながら手動で約0.5度ずつずらし約8回(±2度)観測する。

⑥ ⑤の操作を1時間ごとに計6回(10時~15時)行った。

⑦ ④⑤の操作を太陽の簡略図を使い説明すると右の図のようになる。このように④の操作を約8回行うことで、太陽全体の電波を捉えることができる。



## 5. 観測結果

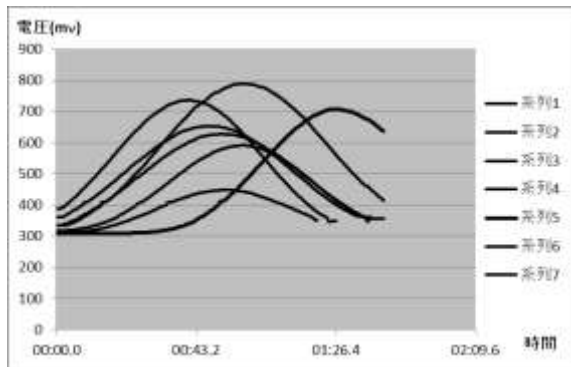
赤経方向(東西)に動かした観測結果をExcelで表したもの。

A列が時間を表す。0.3秒もしくは0.4秒ごとにPCLink7によって電圧が自動的に記録される。

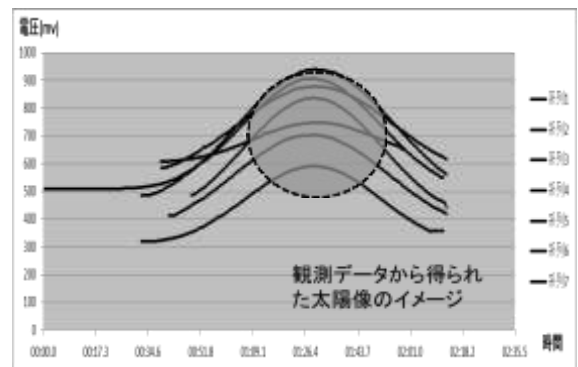
	A	B	C
1	00:00.0	318.7 DCmV	
2	00:00.7	318.7 DCmV	
3	00:01.0	318.7 DCmV	
4	00:01.4	318.7 DCmV	
5	00:01.8	318.7 DCmV	
6	00:02.1	318.7 DCmV	
7	00:02.4	318.7 DCmV	
8	00:02.8	318.7 DCmV	
9	00:03.1	318.7 DCmV	
10	00:03.5	318.8 DCmV	
11	00:03.8	318.9 DCmV	
12	00:04.2	319.1 DCmV	
13	00:04.5	319.5 DCmV	
14	00:04.9	319.9 DCmV	
15	00:05.2	320.4 DCmV	

8回観測したものから、数値がほとんど変化していないものを除き1つのグラフにまとめた。しかし、このグラフでは太陽電波の赤緯方向での違いが見にくい為、グラフをずらし、真ん中によせた。

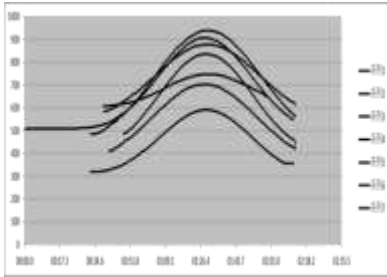
<補正前のグラフ>



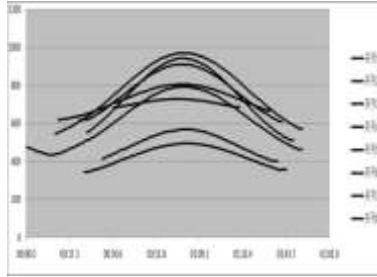
<補正後のグラフ>



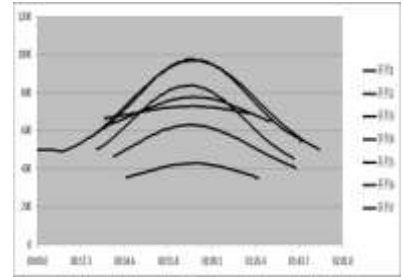
10時



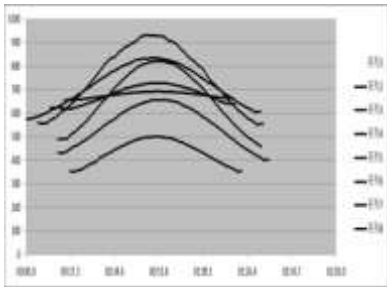
11時



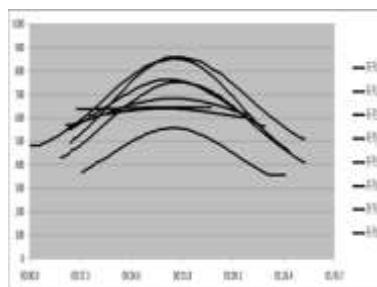
12時



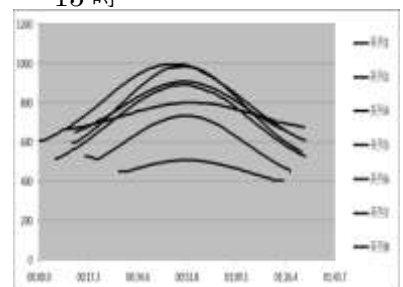
13時



14時



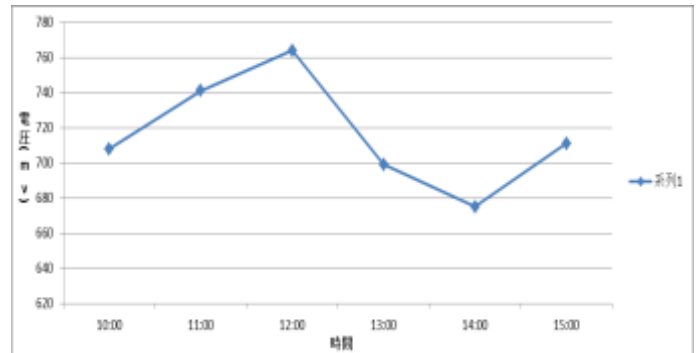
15時



(2014年10月28日 天気:快晴)

## 6, 結果からわかること

右のグラフは時間ごとの電波強度の最大値を比較した結果である。縦軸が電圧(mv), 横軸が時間である。このグラフより, 太陽の電波は観測開始から上昇していき, 南中時に最も強くなるのがわかる。また, 南中時を過ぎた後に減少していき, 15時に上昇することがわかる。



## 7, まとめ

B S パラボラアンテナを使って, 太陽の電波を観測した結果, 南中時に電波強度が最も強くなるのがわかった。これは, 太陽の高度が変化するにつれて, 太陽電波が通過する大気中の距離も変化するためである。南中時には, 太陽電波が通過する大気中の距離がもっとも短くなることで, 電波の障害となる大気量が少なくなり, 電波強度が最も強くなると考えられる。

また, 太陽高度が低くなるにつれて, 電波強度が弱くなっていくが, 15時に上昇した。これは, 太陽の高度が下がることで, 地面や建物の反射をB S パラボラアンテナが捉えたことが原因であると考えられる。

今回の観測結果より, B S パラボラアンテナを使い太陽電波の時間の経過に伴う変化を観測することができた。今後, 続けて観測していくことで太陽のフレア現象や季節による違い, 日食時の変化

など太陽電波の大局的な様子を見ることができると考えられる。